

位置情報研究チーム

Laboratory for Positional Information

チームリーダー 近藤 滋
KONDO, Shigeru

当研究チームは、動物の発生現象が正確な形態を作り上げるために必要な「位置情報」がどのように作られるかについての研究を、動物の皮膚模様や体節形成をモデル系として使って進めている。

1. 体節形成における位置情報形成（近藤, 尾崎*, 中川*）

脊椎動物の体節の長さがどのようにして決定されるかについては、2つの異なる理論が提唱されている。そのどちらがより妥当かを調べるため、胚に人為的な変異を加えた状態で発生させ、その結果をシミュレーションによって解析した。

ニワトリ胚を物理的に伸張させて発生させた場合、伸びた体節ができるのではなく、正常な長さの体節が数多くできることが解った。体節の部位特異的に発現する遺伝子や、Hox遺伝子等の発現状態を解析した結果、位置情報が反応拡散でできると仮定したときのシミュレーションの結果と一致し、体節形成の位置情報が反応拡散の波でできていることを示唆した。

また、ゼブラフィッシュの胚を用いて、低温化での体節形成時に分節遺伝子がどのようなパターンで発現するかを解析したその結果、通常の温度ではPSMの尾部で発現が振動しているher1等の分節遺伝子が、低温化では振動しなくなることが解った。この結果はもう1つのモデルであるCWモデルとは決定的に相容れないが、RDモデルでは説明できるため、この結果も反応拡散による体節の分節位置の調節を示唆した。

2. ゼブラフィッシュ皮膚の微細構造と模様との関係（近藤, 平田*）

魚類には、皮膚にストライプ模様を持つものが多い。ストライプの形成原理に関しては、その成長に伴う変化から、反応拡散モデルが適用できることが解っている。しかし、その分子、遺伝子レベルの解明は未だなされていない。ストライプ発生のメカニズムを考えると、その波が発生する場についての情報が必須であることはもちろんであるが、主な研究対象としているゼブラフィッシュに関しては、その皮膚構造が明らかになっていなかった。そのため、光学、電子顕微鏡を使い、皮膚の微細構造が模様とどのような関わりがあるかについて検討した。

その結果、皮膚内の微細構造は普段外から見ている模様の部域差以上に複雑であることが解った。特に、インターストライプの領域が3つに分かれていることが判明し、目に見えるメラノフォアの分布以上に複雑な構成になっていることが解った。さらに、皮膚内のそれぞれの層に存在す

る細胞群の同定を行った。その結果縞の方向に与える鱗の影響が示唆された。

3. 皮膚の縞模様の方向性を決定する要因（近藤）

皮膚に縞模様を持っている動物は多いが、縞の方向は、それぞれの種に特異的でありほとんどの場合縦か横にそろっている。反応拡散波が模様の位置情報を作っていると考えられているが、単なる反応拡散波では縞の方向がそろわず、無方向性の迷路模様しかできない。そのため縞の方向をそろえる何らかのメカニズムがあると考えられる。

縞の方向以外の性質（縞の太さ、間隔など）がまったく同じ2種のgenicanthus属の魚が、性転換するときの模様変化を記録し、その特徴から縞のそろう理由を計算機シミュレーションにより推定した。

いずれの魚の場合も、雌から雄に性転換するとき縞が現れるのであるが、まず最初にドット上の薄い模様がランダムに現れ、それが種に特異的な方向に伸び、次第につながってストライプを形成するという過程をとる。このタイプのパターン変化は、反応物質の拡散に異方性があるとき（方向によって拡散の速度が異なる）に起きることが、計算により解った。また、縞の方向を決めるための異方性の強さは、わずか5%程度で良いため、近縁の種でも縞の方向に違いがあるような場合もうまく説明できる。

拡散異方性の原因としては、皮膚の中に方向性を持って存在している鱗が考えられる。実際にゼブラフィッシュの鱗を抜いて成長させたと、縞模様が波打つことから、鱗が縞がそろう原因であることが解った。

* 研修生

Research Subjects and Members of Laboratory for Positional Information

1. Developmental Biology
2. Theoretical Biology

Team Leader

Dr. Shigeru KONDO

Trainees

Dr. Masashi HIRATA

Mr. Takeshi NAKAGAWA (Fac. Art Sci., Univ. Kobe)

Dr. Jun OZAKI